

26. 8. 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2003年 9月25日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-333827  
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2003-333827]

出願人 浜松ホトニクス株式会社  
Applicant(s): 中井 貞雄

REC'D 15 OCT 2004  
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋

**【書類名】** 特許願  
**【整理番号】** 2003-0483  
**【提出日】** 平成15年 9月25日  
**【あて先】** 特許庁長官殿  
**【国際特許分類】** H01S 3/042  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社  
 内  
 【氏名】 川嶋 利幸  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 兵庫県宝塚市中山五月台五丁目6番17号  
 【氏名】 金邊 忠  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 大阪府茨木市北春日丘三丁目6番45号  
 【氏名】 中井 貞雄  
**【発明者】**  
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社  
 内  
 【氏名】 菅 博文  
**【特許出願人】**  
 【識別番号】 000236436  
 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社  
**【特許出願人】**  
 【識別番号】 591114799  
 【氏名又は名称】 中井 貞雄  
**【代理人】**  
 【識別番号】 100088155  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹  
**【選任した代理人】**  
 【識別番号】 100092657  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 寺崎 史朗  
**【選任した代理人】**  
 【識別番号】 100124291  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 石田 悟  
**【手数料の表示】**  
 【予納台帳番号】 014708  
 【納付金額】 21,000円  
**【提出物件の目録】**  
 【物件名】 特許請求の範囲 1  
 【物件名】 明細書 1  
 【物件名】 図面 1  
 【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

スラブ型の固体レーザ媒質内で被增幅光をジグザグに伝播させて増幅する固体レーザ装置であって、

前記被增幅光の伝播面に略垂直な方向に冷却水を流通させると共に、前記固体レーザ媒質において前記被增幅光を反射させる一対の反射端面に前記冷却水を接触させる流路を備えることを特徴とする固体レーザ装置。

**【請求項 2】**

前記流路の流入口と前記固体レーザ媒質との間には、前記流入口側から前記反射端面のそれぞれに向かって末広がりの断面形状を有する整流部材が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の固体レーザ装置。

**【請求項 3】**

前記流路の流入口と前記固体レーザ媒質との間には、前記冷却水の流れを乱流にする乱流発生部材が配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の固体レーザ装置。

**【請求項 4】**

前記固体レーザ媒質において前記伝播面に略平行な一対の平行端面には、前記固体レーザ媒質内で発生する自然放出光を吸収する光学部材が配置されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項記載の固体レーザ装置。

**【請求項 5】**

前記固体レーザ媒質において前記伝播面に略平行な一対の平行端面には断熱部材が配置されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項記載の固体レーザ装置。

**【請求項 6】**

前記固体レーザ媒質において前記伝播面に略平行な一対の平行端面には、前記固体レーザ媒質内で発生する自然放出光を吸収する光学部材を介して断熱部材が配置されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項記載の固体レーザ装置。

**【請求項 7】**

前記固体レーザ媒質において前記被增幅光が入射又は出射する両端の入出射部分では、その角部が曲面状に面取りされており、

前記入出射部分を保持して前記流路の側壁の少なくとも一部を成す保持部材と前記入出射部分との間において前記入出射部分には O リングが嵌められていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項記載の固体レーザ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】固体レーザ装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、スラブ型の固体レーザ媒質内で被增幅光をジグザグに伝播させて増幅する固体レーザ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来におけるこの種の固体レーザ装置として、例えば、非特許文献1に記載されたものがある。この固体レーザ装置においては、被增幅光の伝播方向に沿って冷却水を流通させ、レーザ媒質において被增幅光を反射させる一対の反射端面に冷却水を接触させることで、レーザ媒質の温度上昇を防止し、熱レンズ効果及び熱複屈折効果の低減を図っている。

【非特許文献1】高出力LD励起ジグザグスラブNdガラスレーザーの増幅解析、「レーザー学会学術講演会第23回年次大会 講演予稿集」, p. 51

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上述した固体レーザ装置には、次のような課題が存在している。すなわち、冷却水がレーザ媒質から熱を奪うことで冷却水の温度は下流側に行くほど上昇することになるため、被增幅光の伝播方向に沿ってレーザ媒質の温度に温度勾配が生じてしまう。その結果、熱レンズ効果及び熱複屈折効果を低減することが妨げられ、レーザ出力の低下やビーム品質の低下を招くおそれがある。

【0004】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、被增幅光の伝播方向に沿って固体レーザ媒質の温度が均一となるように固体レーザ媒質を冷却することができる固体レーザ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明に係る固体レーザ装置は、スラブ型の固体レーザ媒質内で被增幅光をジグザグに伝播させて増幅する固体レーザ装置であって、被增幅光の伝播面に略垂直な方向に冷却水を流通させると共に、固体レーザ媒質において被增幅光を反射させる一対の反射端面に冷却水を接触させる流路を備えることを特徴とする。

【0006】

この固体レーザ装置においては、被增幅光を反射させる一対の反射端面に接触させる冷却水を、被增幅光の伝播面に略垂直な方向に流通させる。そのため、被增幅光の伝播方向に沿っては、固体レーザ媒質の温度が均一となるように固体レーザ媒質を冷却することができる。従って、固体レーザ媒質内における熱レンズ効果及び熱複屈折効果を低減することが可能になる。ここで、伝播面とは、固体レーザ媒質内において被增幅光がジグザグに伝播される伝播路を含む面のことである。また、伝播方向とは、伝播面と反射端面との交線に略平行な方向を意味する。

【0007】

また、流路の流入口と固体レーザ媒質との間には、流入口側から反射端面のそれぞれに向かって末広がりの断面形状を有する整流部材が配置されていることが好ましい。これにより、流入口側から各反射端面に向かってスムーズに冷却水を流通させることができる。

【0008】

また、流路の流入口と固体レーザ媒質との間には、冷却水の流れを乱流にする乱流発生部材が配置されていることが好ましい。これにより、乱流状態で冷却水が各反射端面に接触することになるため、層流状態の場合に比べて効率良く固体レーザ媒質から熱を奪うことができ、固体レーザ媒質の冷却効率を向上させることができになる。

【0009】

また、固体レーザ媒質において伝播面に略平行な一対の平行端面には、固体レーザ媒質内で発生する自然放出光を吸収する光学部材が配置されていることが好ましい。励起光の照射により固体レーザ媒質内で発生した自然放出光が、各平行端面に配置された光学部材によって吸収されることになるため、自然放出光が無用に増幅されるのを防止することができる。

#### 【0010】

また、固体レーザ媒質において伝播面に略平行な一対の平行端面には断熱部材が配置されていることが好ましい。これにより、固体レーザ媒質内で発生した熱が各平行端面から放出されることが防止されるため、被増幅光の伝播面に垂直な方向に沿っても、個体レーザ媒質の温度を均一化することができる。

#### 【0011】

また、固体レーザ媒質において伝播面に略平行な一対の平行端面には、固体レーザ媒質内で発生する自然放出光を吸収する光学部材を介して断熱部材が配置されていることが好ましい。このような構成を採用することで、固体レーザ媒質内で発生した自然放出光が無用に増幅されるのを防止することができると共に、被増幅光の伝播面に垂直な方向に沿っても、個体レーザ媒質の温度を均一化することができる。

#### 【0012】

また、固体レーザ媒質において被増幅光が入射又は出射する両端の入出射部分では、その角部が曲面状に面取りされており、入出射部分を保持して流路の側壁の少なくとも一部を成す保持部材と入出射部分との間において入出射部分にはOリングが嵌められていることが好ましい。このように、固体レーザ媒質の両端の入出射部分において、伝播方向に延在する角部を曲面状に面取りすることで、保持部材と入出射部分との間において入出射部分に嵌められたOリングは入出射部分の側面に確実に密着することになる。そのため、保持部材と固体レーザ媒質との間の水密性を確実に維持することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0013】

本発明によれば、被増幅光の伝播方向に沿って固体レーザ媒質の温度が均一となるよう固体レーザ媒質を冷却することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

以下、本発明に係る固体レーザ装置の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0015】

図1及び図2に示されるように、固体レーザ装置1は、ハウジング2内に配置されたスラブ型の固体レーザ媒質3内で被増幅光Lをジグザグに伝播させて増幅する装置であり、冷却水により固体レーザ媒質3を冷却する構造を有している。このレーザ媒質3は、リン酸塩系のレーザ用ガラスを母材として、ネオジウム(Nd)をレーザ活性種としてドープしたものであるが、これに限定されない。例えば、母材としては、シリカ系のレーザ用ガラス、又はYAG、YLF、YVO<sub>4</sub>、S-FAP、サファイア、アレキサンドライト、フォルステライト、ガーネット等の結晶材料を用いてもよい。また、レーザ活性種としては、Yb、Er、Ho、Tm等の希土類元素、又はCr、Ti等の遷移元素を用いてよい。

#### 【0016】

図3に示されるように、レーザ媒質3は長方形平板状であり、その長手方向において対面する各端面が被増幅光Lの入射端面4a、出射端面4bとされ、その厚さ方向において対面する各端面が被増幅光Lの反射端面5a、5bとされている。前述の入射端面4a及び出射端面4bは、レーザ媒質3の長手方向に対して斜めに（例えば40°の角度をもつて）形成され、互いに平行となっている。なお、以下の説明では、レーザ媒質3において被増幅光Lがジグザグに伝播される伝播路を含む面を伝播面Pとし、レーザ媒質において伝播面Pに略平行な各端面を平行端面6a、6bとする。また、伝播面Pと反射端面3

c との交線に略平行な方向（すなわち、レーザ媒質3の長手方向）を伝播方向とする。

【0017】

図1及び図2に戻り、レーザ媒質3は、入射端面4a及び出射端面4bがそれぞれ外部に露出するようにハウジング2を貫通しており、ハウジング2においてレーザ媒質3の各反射端面5a, 5bに対向する位置には、窓部材8が水密に取り付けられた矩形状の開口部2aが形成されている。更に、ハウジング2の外側において各反射端面5a, 5bに対向する位置には、レーザ媒質3に励起光を照射するための半導体レーザ9が伝播方向に延在するように配置され、ハウジング2に取り付けられた支持部材11によって保持されている。

【0018】

従って、半導体レーザ9から出射された励起光は、窓部材8を透過してレーザ媒質3に照射され、レーザ媒質3は励起された状態となる。よって、入射端面4aからレーザ媒質3内に入射した被增幅光Lは、励起状態にあるレーザ媒質3内で増幅されながら、対面する反射端面5a, 5bで全反射を繰り返してレーザ媒質3内をジグザグに伝播し、出射端面4bから出射する。

【0019】

また、ハウジング2内には、固体レーザ媒質3を冷却するための冷却水を流通させる流路12が形成されている。この流路12の流入口13は、ハウジング2において下側の平行端面6aに対向する位置に形成され、この位置には、冷却水を循環供給する冷却水供給装置の流路（図示せず）を流入口13に接続するための上流側マニホールド14が取り付けられている。一方、流路12の流出口16は、ハウジング2において上側の平行端面6bに対向する位置に形成され、この位置には、冷却水供給装置の流路と流出口16とを接続するための下流側マニホールド17が取り付けられている。

【0020】

そして、流入口13と流出口16との間において流路12は、レーザ媒質3の一方の反射端面5aと一方の窓部材8との間に形成された流路12aと、レーザ媒質3の他方の反射端面5bと他方の窓部材8との間に形成された流路12bとに分岐している。従って、上流側マニホールド14内から流入口13を通って流路12に流入した冷却水は、流路12aと流路12bとに分岐した後、再び合流して流出口16を通って下流側マニホールド14内に流出する。

【0021】

このように、固体レーザ装置1においては、流路12a, 12bを流通する冷却水が固体レーザ媒質3の一対の反射端面5a, 5bに直接接触するため、半導体レーザ9から出射された励起光によって加熱されたレーザ媒質3を効率良く冷却することができる。しかも、流路12a, 12bを流通する冷却水は、被增幅光Lの伝播面Pに略垂直な方向に流通するため、被增幅光Lの伝播方向に沿っては、固体レーザ媒質3の温度が均一となるよう固体レーザ媒質3を冷却することができる。従って、固体レーザ媒質3内における熱レンズ効果及び熱複屈折効果を低減することができる。

【0022】

また、図1に示されるように、レーザ媒質3の下側の平行端面6aには、レーザ媒質3内で発生する自然放出光を吸収するクラッディングガラス製の光学部材18が伝播方向に延在した状態で固定され、この光学部材18上には、光による劣化が殆どないテフロン（登録商標）製の断熱部材19が伝播方向に延在した状態で固定されている。同様に、レーザ媒質3の上側の平行端面6bには光学部材18が伝播方向に延在した状態で固定され、この光学部材18上には断熱部材19が伝播方向に延在した状態で固定されている。

【0023】

このような構成を採用することで、半導体レーザ9による励起光の照射によってレーザ媒質3内で発生した自然放出光が光学部材18によって吸収されることになるため、自然放出光が無用に増幅されるのを防止することができる。更に、レーザ媒質3内で発生した熱が断熱部材19によって各平行端面6a, 6bから放出されることが防止されるため、

被増幅光Lの伝播面Pに垂直な方向に沿っても、レーザ媒質3の温度を均一化することができる。

【0024】

更に、流路12の流入口13とレーザ媒質3との間において断熱部材19上には、流入口13側から反射端面5a, 5bのそれぞれに向かって末広がりの三角形の断面形状を有する整流部材21が伝播方向に延在した状態で固定されている。これにより、流入口13側から各反射端面5a, 5bに向かってスムーズに冷却水を分岐させることができる。一方、流路12の流出口16とレーザ媒質3との間において断熱部材19上には、流出口16側から反射端面5a, 5bのそれぞれに向かって末広がりの三角形の断面形状を有する整流部材22が伝播方向に延在した状態で固定されている。これにより、各反射端面5a, 5bから流出口16側に向かってスムーズに冷却水を合流させることができる。

【0025】

また、流路12の流入口13とレーザ媒質3との間においてハウジング2には、冷却水の流れを乱流にする金属メッシュ部材（乱流発生部材）23が取り付けられている。これにより、乱流状態で冷却水が各反射端面5a, 5bに接触することになるため、層流状態の場合に比べて効率良くレーザ媒質3から熱を奪うことができ、レーザ媒質3の冷却効率を向上させることができ可能になる。なお、乱流発生部材としては、金属メッシュ部材23に限らず、例えば、流入口13とレーザ媒質3との間においてハウジング2に複数の突起を設けたり、整流部材21の表面を階段状にしたり、更には、整流部材21の表面に伝播方向に延在する複数の溝を設けたりしてもよい。

【0026】

更に、図3に示されるように、レーザ媒質3において被増幅光Lが入射する入射部分（入出射部分）3a、及び被増幅光Lが出射する出射部分（入出射部分）3bでは、伝播方向に延在すべき角部が曲面状に面取りされており、その断面形状は長円形状（細長いトラック形状）となっている。そして、図2に示されるように、入射部分3aはハウジング2から外部に突出しており、この突出した部分には、入射部分3aを保持して流路12の側壁の一部を成す保持部材24の第1の部分24aと第2の部分24bとが順次嵌め込まれ、この保持部材24と入射部分3aとの間において入射部分3aには、第1の部分24aと第2の部分24bとに挟まれるようにOリング26が嵌められている。この保持部材24の第1の部分24aはボルト27によってハウジング2に固定され、第2の部分24bはボルト28によって第1の部分24aに固定されている。なお、出射部分3b側のハウジング2、保持部材24及びOリング26に関する構成は入射部分3a側と同様であるため、その説明を省略する。

【0027】

このような構成を採用することで、ボルト28を締め付けるとOリング26が保持部材24と入射部分3aとの隙間に押し付けられることになる。このとき、入射部分3aにおいて、伝播方向に延在すべき角部が曲面状に面取りされているため、保持部材24と入射部分3aとの間において入射部分3aに嵌められたOリング26が入射部分3aの側面に確実に密着することになる。このことは、出射部分3b側においても同様である。従って、保持部材24とレーザ媒質3との間の水密性を確実に維持することができる。

【0028】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態は、光学部材18を介して断熱部材19が各平行端面6a, 6bに配置される場合であったが、各平行端面6a, 6bに光学部材18のみが配置されてもよいし、断熱部材19のみが配置されてもよい。なお、上記実施形態のように、光学部材18を介して断熱部材19が各平行端面6a, 6bに配置される場合、光学部材18の厚さを調整して自然放出光の吸収量を制御すれば、断熱部材19を介して僅かに熱が逃げてしまうようなときにも、光学部材18の発熱によって、レーザ媒質3内で発生した熱が各平行端面6a, 6bから放出されるのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

## 【0029】

【図1】本発明に係る固体レーザ装置の一実施形態の断面図ある。

【図2】図1の固体レーザ装置のII-II線に沿っての部分拡大断面図である。

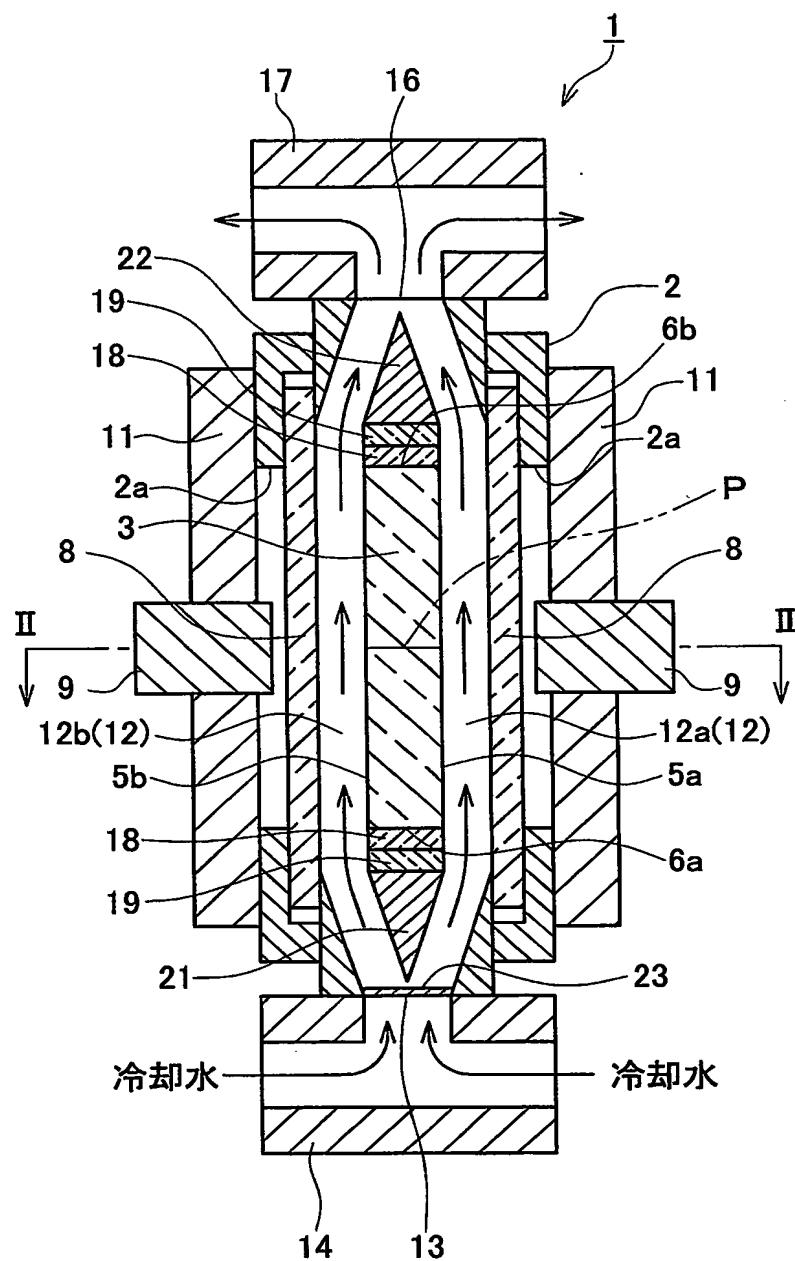
【図3】図1の固体レーザ装置の固体レーザ媒質の斜視図である。

## 【符号の説明】

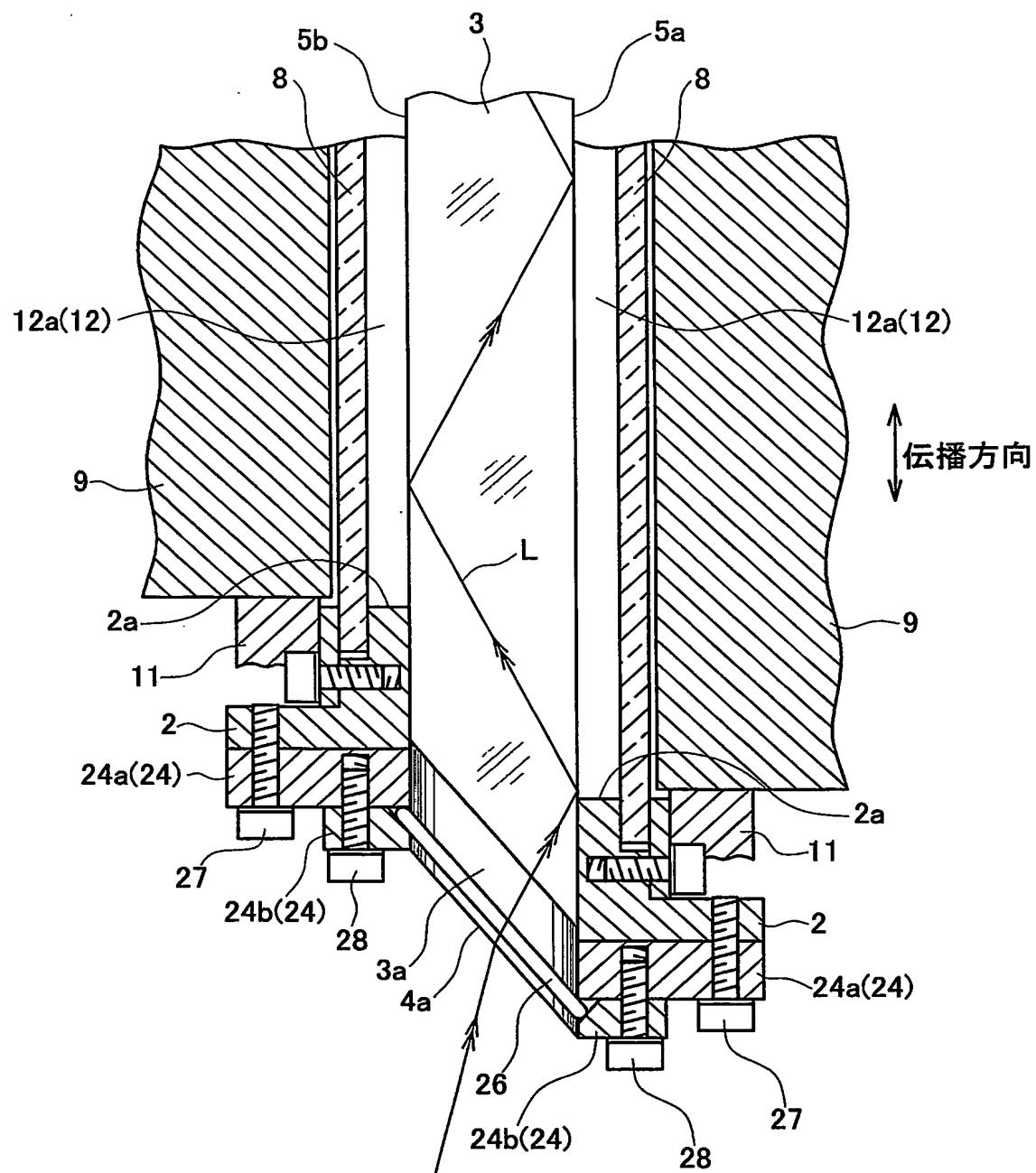
## 【0030】

1…固体レーザ装置、3a…入射部分（入出射部分）、3b…出射部分（入出射部分）、3…固体レーザ媒質、5a, 5b…反射端面、6a, 6b…平行端面、12, 12a, 12b…流路、13…流入口、18…光学部材、19…断熱部材、21…整流部材、23…金属メッシュ部材（乱流発生部材）、24…保持部材、26…Oリング、L…被增幅光、P…伝播面。

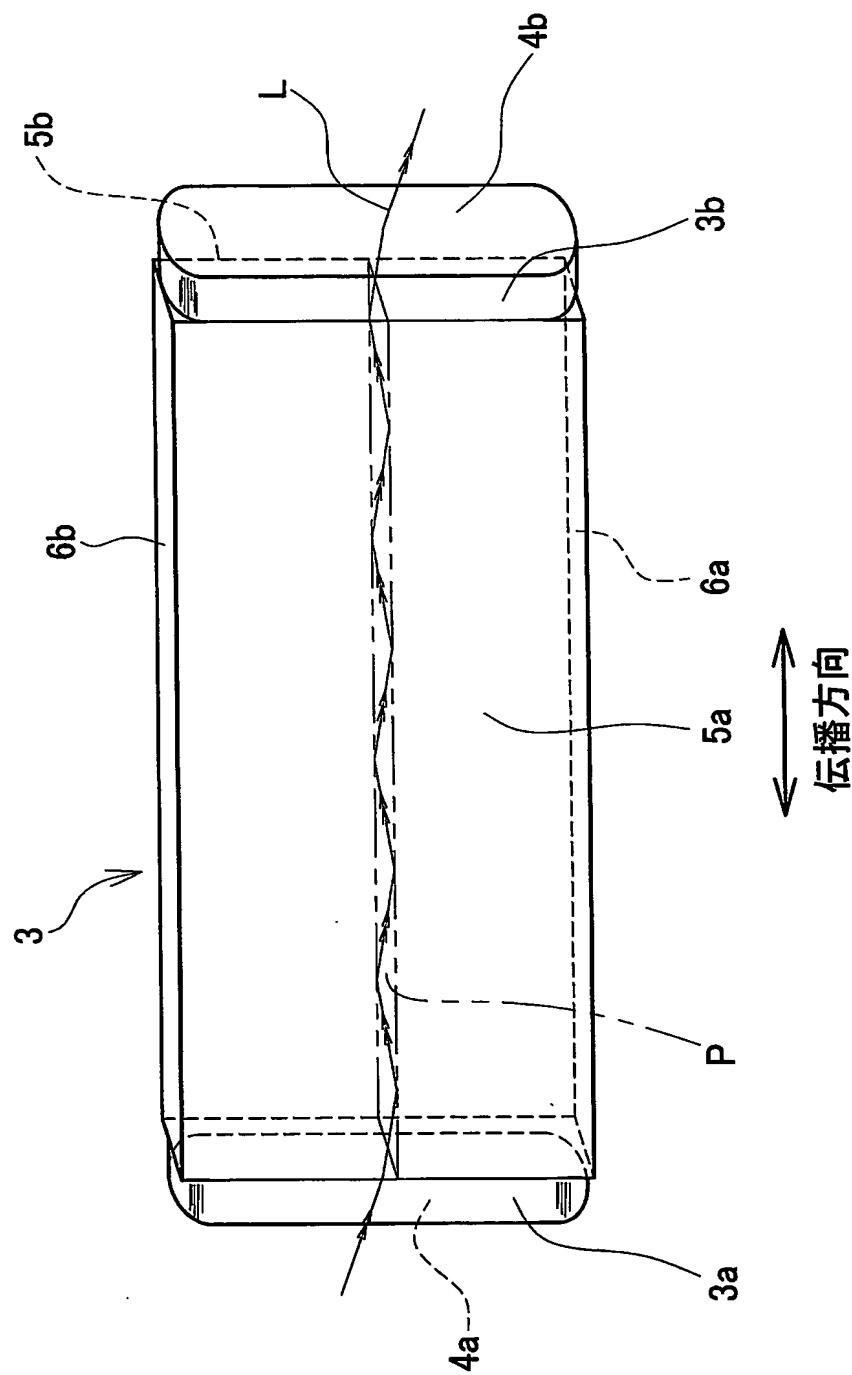
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】



【図3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 被增幅光の伝播方向に沿って固体レーザ媒質の温度が均一となるように固体レーザ媒質を冷却することができる固体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 固体レーザ装置1においては、流路12a, 12bを流通する冷却水が固体レーザ媒質3の一対の反射端面5a, 5bに直接接触するため、半導体レーザ9から出射された励起光によって加熱されたレーザ媒質3を効率良く冷却することができる。しかも、流路12a, 12bを流通する冷却水は、被增幅光Lの伝播面Pに略垂直な方向に流通するため、被增幅光Lの伝播方向に沿っては、固体レーザ媒質3の温度が均一となるように固体レーザ媒質3を冷却することができる。従って、固体レーザ媒質3内における熱レンズ効果及び熱複屈折効果を低減することが可能になる。

【選択図】 図1

特願 2003-333827

出願人履歴情報

識別番号 [000236436]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住所 静岡県浜松市市野町1126番地の1  
氏名 浜松ホトニクス株式会社

特願 2003-333827

出願人履歴情報

識別番号

[591114799]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1991年 5月29日

新規登録

大阪府茨木市北春日丘3-6-45

中井 貞雄